



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10326739 A**

(43) Date of publication of application: 08 . 12 . 98

(51) Int. Cl. **H01L 21/027**
G03F 9/00

(21) Application number: **09150031**

(22) Date of filing: 23 . 05 . 97

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(72) Inventor: **SHINOZAKI TADAAKI**

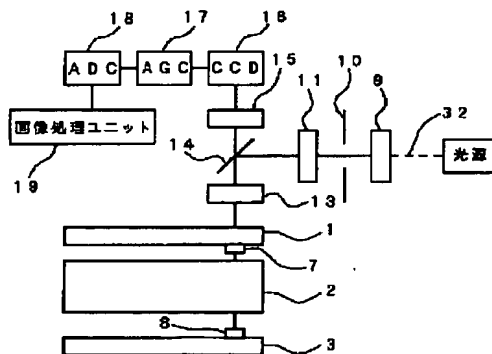
(54) ALIGNMENT METHOD AND EXPOSURE METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute alignment of a board without lowering through put while maintaining desired alignment accuracy by processing an image by a template matching method, and setting frequency of fetching of an image of an alignment mark according to obtained resemblance.

SOLUTION: An image of alignment marks 7, 8 of a mask 1 and a plate 3 is imaged by a CCD camera 16 and fed to an image processing unit 19. In the image processing unit 19, resemblance RM of the mask 1 is found by a template matching method by using a template of the mask 1 to a picked-up image and a position wherein resemblance RM is minimum is detected as a mark position of the alignment mark 7 of the mask 1. It is judged whether or not a value of the found resemblance RM of the mask 1 is larger than 20; if a value of resemblance is not more than 20, it is judged that a mark position of the alignment mark 7 of the mask 1 is detected with a predetermined accuracy.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-326739

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 5 W

G 0 3 F 9/00

G 0 3 F 9/00

H

H 0 1 L 21/30

5 1 8

5 2 5 K

5 2 5 P

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-150031

(22) 出願日

平成9年(1997)5月23日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 篠崎 忠明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

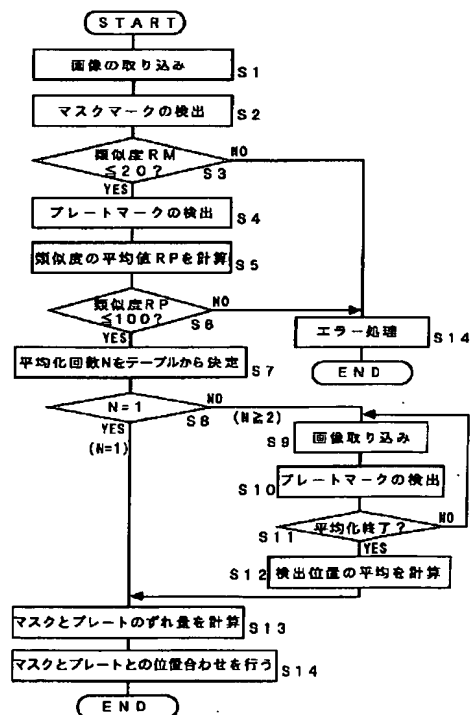
(74) 代理人 弁理士 森岡 正樹

(54) 【発明の名称】 位置合わせ方法及び露光方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、マスクと感光基板とを位置合わせするための位置合わせ方法及び露光方法に関し、所望のアライメント精度を維持しつつスループットを向上させた位置合わせ方法および露光方法を提供することことを目的とする。

【解決手段】基板1、3に形成されたアライメントマーク7、8を検出して、基板1、3の位置合わせを行う位置合わせ方法において、アライメントマーク7、8の少なくとも一部をテンプレートとして登録し、アライメントマーク7、8の画像を取り込むステップS1と、アライメントマーク7、8とテンプレートとの類似度を求めるステップS3、S5、S10と、求めた相関に応じて、アライメントマーク7、8の画像を取り込む回数を設定するステップS7と、設定された回数のアライメントマーク7、8の画像に基づいて、基板1、3の位置合わせを行うステップS14とを含むように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板に形成されたアライメントマークを検出して、前記基板の位置合わせを行う位置合わせ方法において、

前記アライメントマークの画像を取り込むステップと、
前記取り込んだ画像に応じて、前記アライメントマークの画像を取り込む回数を設定するステップと、
前記設定された回数の前記アライメントマークの画像に基づいて、前記基板の位置合わせを行うステップとを含むことを特徴とする位置合わせ方法。

【請求項2】基板に形成されたアライメントマークを検出して、前記基板の位置合わせを行う位置合わせ方法において、

前記アライメントマークの少なくとも一部をテンプレートとして登録するステップと、
前記アライメントマークの画像を取り込むステップと、
前記アライメントマークと前記テンプレートとの相関を求めるステップと、
前記求めた相関に応じて、前記アライメントマークの画像を取り込む回数を設定するステップと、
前記設定された回数の前記アライメントマークの画像に基づいて、前記基板の位置合わせを行うステップとを含むことを特徴とする位置合わせ方法。

【請求項3】請求項2記載の位置合わせ方法において、前記相関が所定の値よりも小さい場合に、前記画像に基づいた前記基板の位置合わせを中止することを特徴とする位置合わせ方法。

【請求項4】マスクのパターンの像をアライメントマークが形成された感光基板に露光する露光方法において、前記感光基板を請求項1または2に記載の位置合わせ方法を用いて位置決めすることを特徴とする露光方法。

【請求項5】請求項4記載の露光方法において、前記マスクにはアライメントマークが形成されており、前記マスクを請求項1または2に記載の位置合わせ方法を用いて位置決めすることを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置あるいは液晶表示装置等を製造する際のフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、露光パターンが描画されたマスクと感光基板とを位置合わせするための位置合わせ（アライメント）方法及び露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置や液晶表示装置等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、フォトマスクまたはレチクル（以下、マスクという）に形成されたパターンを投影光学系を介してフォトレジスト等の感光剤が塗布された半導体ウェハまたはガラスプレート等の感光基板（以下、プレートという）上の各ショット領域に投影露光する露光装置が使用されている。

【0003】露光装置としては、前述の投影光学系の光軸に垂直な平面内を2次元的に移動自在なプレートステージ上にプレートを載置し、このプレートステージによりプレートをステップングさせてマスクのパターン像をプレート上の各ショット領域に一括露光する動作を順次繰り返すステップ・アンド・リピート方式の露光装置、特に縮小投影型の露光装置が多用されている。

【0004】これに対して最近では半導体素子等の1つのチップが大型化する傾向にあり、より大面積のパターンをプレート上に投影露光することが要求されている。また、液晶ディスプレイ装置の製造にあたって、ディスプレイの大型化に伴って大面積のパターンをプレート上に投影露光することが要求されている。そこでマスクとプレートとを投影光学系に対して同期して走査することにより、投影光学系の有効露光領域より広い範囲のショット領域への露光が可能な走査露光方式の露光装置も開発されている。

【0005】走査露光方式の露光装置としては、1枚のマスクのパターンの全体を1枚のプレートの全面に逐次投影露光する露光装置、およびプレート上の各ショット領域へのパターン露光を縮小投影でかつ走査露光方式で行うとともに、各ショット間の移動をステップング方式で行うステップ・アンド・スキャン方式の露光装置が知られている。

【0006】半導体素子や液晶ディスプレイ装置は、プレート上に多数層の回路パターンを重ね合わせて形成されるので、2層目以降の回路パターンをプレート上に投影露光する際には、いずれの露光装置においても、すでに回路パターンが形成されたプレート上の各ショット領域とこれから露光するマスクのパターン像との位置合わせ、すなわちマスクとプレートとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行う必要がある。

【0007】このアライメント方法には、例えば、特開昭60-130742号公報に記載されているように、プレートの回折格子マークにレーザ光を照射したときに発生する回折光を光検出器で検出し、得られる信号波形を処理してアライメントマークの位置を求める方法と、マスクやプレートに形成されたアライメントマークを含む所定の領域を照明し、アライメントマークの像をCCDカメラ等の2次元撮像素子で撮像し、得られた画像に所定の画像処理を施してアライメントマークの位置を求める方法がある。

【0008】これらのアライメント方法のうち、特に画像処理によるアライメント方法では、アライメントマークのマーク部分とその周囲の領域のコントラストの大きさによって、マーク位置の検出再現性精度の程度が異なってくる。コントラストの低いマークではCCDカメラの電気ノイズ等によりマーク位置の検出再現性が悪化してしまうので、所望のアライメント精度を確保するためには、多数回マーク位置を検出して平均化処理を施す必

要がある。なお、コントラストは、アライメントマークを構成する膜の材質や膜厚等によって変化する。

【0009】このため、どのようなコントラストのマークに対しても必要なアライメント精度が確保できるように、コントラストの低いマークを基準にマーク検出の回数及び平均化処理を最適化していた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】アライメント精度を高める方法には、上述のように同一のアライメントマークに対して、複数回の位置検出を行い、これら複数回の位置検出結果の平均をとる方法や、プレート上のアライメントマークの数を増やす方法等がある。これらの方法では、アライメント精度を高めようとするほど、マーク検出の回数を増やす必要がある。このため、平均化処理の回数をコントラストの低いマークに対して最適化すると、本来高い精度で検出できるコントラストの高いマークに対しても必要以上の平均化処理を施すことになり、位置合わせの時間がかかる分だけスループットが低下してしまう。

【0011】本発明は、上述の従来の技術が有する問題を解決するためになされたもので、その目的は、所望のアライメント精度を維持しつつスループットを向上させた位置合わせ方法および露光方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施の形態を表す図1乃至図11に対応付けて説明すると上記目的は、基板(1、3)に形成されたアライメントマーク(7、8)を検出して、基板(1、3)の位置合わせを行う位置合わせ方法において、アライメントマーク(7、8)の画像を取り込むステップ(ステップS1)と、取り込んだ画像に応じて、アライメントマーク(7、8)の画像を取り込む回数を設定するステップ(ステップS7)と、設定された回数のアライメントマーク(7、8)の画像に基づいて、基板(1、3)の位置合わせを行うステップ(ステップS14)とを含むことを特徴とする位置合わせ方法によって達成される。

【0013】また、基板(1、3)に形成されたアライメントマーク(7、8)を検出して、基板(1、3)の位置合わせを行う位置合わせ方法において、アライメントマーク(7、8)の少なくとも一部をテンプレートとして登録するステップと、アライメントマーク(7、8)の画像を取り込むステップ(ステップS1)と、アライメントマーク(7、8)とテンプレートとの相関(類似度)を求めるステップ(ステップS2～S5、S10)と、求めた相関に応じて、アライメントマーク(7、8)の画像を取り込む回数を設定するステップ(ステップS7)と、設定された回数のアライメントマーク(7、8)の画像に基づいて、基板(1、3)の位置合わせを行うステップ(ステップS14)とを含むこ

とを特徴とする位置合わせ方法によって達成される。

【0014】また、上記位置合わせ方法において、相関が所定の値よりも小さい場合に、画像に基づいた基板の位置合わせを中止するようにしてもよい。また上記目的は、マスクのパターンの像をアライメントマークが形成された感光基板に露光する露光方法において、感光基板を上記記載の位置合わせ方法を用いて位置決めすることを特徴とする露光方法によって達成される。さらに上記目的は、上記露光方法において、マスクにはアライメントマークが形成されており、マスクを上記の位置合わせ方法を用いて位置決めすることを特徴とする露光方法によって達成される。

【0015】本発明によれば、アライメントマーク(7、8)の少なくとも一部をテンプレートとして登録しておいて、テンプレートマッチング方法による画像処理を用い、得られた相関(類似度)に応じてアライメントマーク(7、8)の画像を取り込む回数を設定するようにしているので、所望のアライメント精度を維持しつつ、スループットを低下させずに基板の位置合わせを行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態による位置合わせ方法及び露光方法を図1乃至図11を用いて説明する。まず、本実施の形態による位置合わせ方法及び露光方法が用いられる露光装置の概略の構成を図1を用いて説明する。図1に示す露光装置は、等倍で正立正像を投影する投影光学系2を有する走査型露光装置である。図1において、照明光学系30は、所定の照明領域でマスク1の一部領域をほぼ均一な照度で照明するようになっている。詳細な図示を省略しているが、照明光学系30は、g線、h線等の照明光を射出する超高圧水銀ランプ等からなる光源及び、光源からの照明光が通過するフライアイレンズ、視野絞り、コンデンサーレンズ等から構成される光学系を有している。

【0017】照明されたマスク1のパターン像は、所定の結像特性を有する投影光学系2を介して、等倍かつ正立正像で感光基板としてのガラスプレート3上に転写されるようになっている。マスク1は微動ステージ4上に載置され、微動ステージ4はコの字状のキャリッジ6の一方の側面に載置されている。微動ステージ4は微動アクチュエータ5により、キャリッジ6に対してX方向(図中紙面に垂直な方向)、Y方向(図中紙面の上下方向)、及びX-Y面内での回転方向に微動することができるようになっている。微動ステージ4の載置面に対向するキャリッジ6の他方の側面にはプレート3が載置されている。

【0018】キャリッジ6は図示しない駆動機構により駆動され、照明光学系30及び投影光学系2に対して相対的にX方向に移動できるようになっており、このキャリッジ6の移動と共にマスク1とプレート3とが投影光

10

20

30

40

50

学系2に対して同期して走査するようになっている。

【0019】キャリッジ6のX方向の端面には、図示しない移動鏡が固定され、この移動鏡にレーザ干渉計（図示せず）からのレーザ光を反射させて、キャリッジ6のX方向の移動量が高分解能で計測されるようになっている。このレーザ干渉計からの位置情報に基づいて、キャリッジ6は正確に位置決めされるようになっている。露光の際にはキャリッジ6を投影光学系2に対しX方向に走査させることにより、マスク1に描画された所望の回路パターンの像が順次プレート3上に投影露光される。

【0020】本実施の形態における走査型投影露光装置には、Y方向に所定の間隔で設けられた一対のアライメント系AM1、AM2が配置されている。また、アライメント系AM1、AM2の外側に別の一対のアライメント系AM3、AM4が配置されている。これらのアライメント系AM1、AM2あるいはアライメント系AM3、AM4のいずれかあるいは両方を用いて、走査露光の前にマスク1およびプレート3の所定の位置に形成されているアライメントマーク7、8、あるいはアライメントマーク47、48の位置を検出し、マスク1とプレート3の位置ずれ量を測定するようになっている。この位置ずれ量に基づいて微動ステージ4を駆動してマスク1をX-Y面内で移動させることにより、プレート3に既に形成されているパターンとこれから露光するマスク1の回路パターンの重ね合わせが所望の重ね合わせ精度を満たすように位置合わせが行われる。

【0021】アライメント系AM1、AM2は、マスク1とプレート3とに形成されているアライメントマーク7、8を含む所定の領域を照明し、このパターン像をCCD（固体撮像素子）等のTVカメラに結像させる光学系と、この撮像した画像を処理して、マスク1とプレート3のアライメントマーク7、8の位置をそれぞれ検出し、マスク1とプレート3の位置ずれ量を求める信号処理系とから構成されている。

【0022】アライメント系AM3、AM4は、上述の特開昭60-130742号公報に記載されているものと同様であり、マスク1及びプレート3に設けられた回折格子マーク47、48にレーザ光を照射して発生した回折光を光検出器で検出し、得られる信号波形を処理して回折格子マーク47、48の位置ずれ量を測定するようになっている。本実施の形態における位置合わせにおいては、主としてアライメント系AM1、AM2を用い、後述するようにアライメント系AM1、AM2では高いアライメント精度が得られない場合にアライメント系AM3、AM4を用いることとしている。

【0023】本実施の形態における位置合わせで主として用いられるアライメント系AM1、AM2の構成を図1に加えて図2を用いてさらに詳細に説明する。図1及び図2において、超高圧水銀ランプから射出したe線、d線等の、プレート3表面に塗布されているフォトレジ

ストを感光させない波長を持つ照明光は、光ファイバ32を介して、マスク1およびプレート3の所定の領域を照明するアライメント系用の照明光学系に入射する。このアライメント系用の照明光学系は、コンデンサーレンズ9、視野絞り10およびレンズ11等から構成され、ビームスプリッタ14および対物レンズ13を介して、マスク1のアライメントマーク7を含む所定の領域をほぼ均一な照度で照明する。

【0024】ここでマスク1を透過した照明光は投影光学系2を通り、プレート3のアライメントマーク8を含む所定の領域をほぼ均一な照度で照明する。照明されたマスク1およびプレート3のアライメントマーク7、8のパターン像は、対物レンズ13、ビームスプリッタ14、結像レンズ15を通して、CCDカメラ16の撮像面に結像される。

【0025】CCDカメラ16は2次元撮像素子で、水平方向（走査方向）と垂直方向の2次元に画素が配列されている。CCDカメラ16の各画素に所定の時間蓄積された光量は、その大きさに応じた電気信号レベルに変換される。さらにAGC17（オート・ゲイン・コントロール）等の前処理を経て、アナログの電気信号はADC18（アナログ/デジタルコンバータ）で、2次元の各画素位置に対応したデジタルの信号強度に変換される。画像処理装置及び画像記憶装置を含んで構成される画像処理ユニット19では、撮像した2次元の画像からマスク1およびプレート3のアライメントマーク7、8をそれぞれ検出し、マスク1とプレート3との位置ずれ量が求められる。

【0026】マスク1上には、アライメントマーク7として予め図3に示すような矩形形状のマークが形成されている。またプレート3上には、アライメントマーク8として予め図4に示すような4つの十字形状のマークが形成されている。図5にCCDカメラ16で撮像されたマスク1とプレート3とのアライメントマーク7、8を含む画像の例を示す。画像処理ユニット19は、図5に例示した画像を処理して、マスク1とプレート3のアライメントマーク7、8の位置をそれぞれ検出し、マスク1のアライメントマークの中心位置とプレート3のアライメントマークの中心位置のずれ量 ΔX を検出するようになっている。なお、本実施の形態による走査型露光装置は、不図示の主制御装置により走査型露光装置全体が制御されている。

【0027】さて、以上の装置構成に基づいた本実施の形態による位置合わせ方法を次に説明する。本実施の形態における画像処理ユニット19では、テンプレートマッチング方法（相関法）によって、マスク1とプレート3とのアライメントマーク7、8の位置を検出するようにしている。テンプレートマッチング方法では、まず検出対象の画像を、予めテンプレートとして画像処理ユニット19内の記憶装置（図示せず）に登録する。記憶装

置には、図6に示すようにマスク1のアライメントマーク7と同一形状の画像と、図7に示すようにプレート3のアライメントマーク8の一部の画像とがそれぞれテンプレートとして登録されている。

【0028】次に、CCDカメラ16で撮像され画像処理ユニット19内の記憶装置に記憶した画像に対して、テンプレートの画像を図8に示すように、X方向およびY方向に1画素ずつずらしながら、それぞれ類似度R *

$$R = \iint |I1(x, y) - I2(x, y)| dx dy / P$$

【0030】ここで、 $I1(x, y)$ は、位置 (x, y) における撮像画像の輝度、 $I2(x, y)$ は、位置 (x, y) におけるテンプレートの輝度、 P はテンプレートの画素数である。

【0031】[数1]では、テンプレート中の各画素の輝度とそれに対応する撮像画像中の画素の輝度との差をテンプレートの全画素に渡って加算し、それをテンプレートの画素数 P で規格化したものである。ここで、輝度が256階調の場合、類似度 R は0～255の範囲の値をとる。[数1]を用いた場合には、類似度 R が小さいほど検出した画像とテンプレートの画像とが良く一致していることを示し、類似度 $R=0$ はテンプレートの画像と完全に一致した場合である。

【0032】テンプレートの登録方法としては、マーク部分とその周囲部分のコントラストから各画素の輝度を数学的に計算してテンプレートを作成する方法と、実際にマスク1とプレート3のマークの画像をCCDカメラ16で撮像し、その画像の一部をテンプレートとして登録する方法とがある。アライメントマークのコントラストは、マークを形成している膜の材質や膜厚等によって微妙に変化するため、数学的にテンプレートを作成することは難しく、後者の方法がよく使われる。

【0033】一般にテンプレートマッチング法においては、検出した画像とテンプレートの画像が良く一致しているほど、マーク位置の検出再現性が高い。[数1]で定義した類似度 R とマーク位置の検出再現性との関係を図9に示す。図9において、横軸は類似度 R を表し、縦軸はマーク位置の検出再現性の程度を示している。図9によれば、[数1]で定義した類似度 R の値が小さいほどマーク位置の検出再現性精度が高くなることがわかる。本実施の形態ではこの関係に着目し、テンプレートとアライメントマークの画像の類似度 R の大きさからマーク位置の検出再現性を推定し、推定したマーク位置の検出再現性精度に基づいてアライメント精度とスループットとが最適になるようなアライメント方法を選択するようにしている。

【0034】すでに説明したようにアライメント精度を高めるには、例えば、同一マークの位置検出を複数回行い、検出された複数のマーク位置の平均値をアライメン

* (相関値)を計算し、その類似度 R の大きさからテンプレートの画像と最も良く一致する画像の位置を求める。これがテンプレートマッチング方法である。類似度 R を決定するための計算方法は種々あるが、その中の1つに以下に示す[数1]を用いた計算方法がある。

【0029】

【数1】

トマーク位置とする方法がある。このマーク位置の平均化回数を大きめに設定して予め固定しておけば、コントラストの低いマークに対しても精度良く位置検出することができる。しかし、平均化を必要としないコントラストの高いマークに対しても平均化を行うことになるためスループットが低下する。そこで、本実施の形態においては、実験等によって、図9に示したような類似度 R とアライメントマークの位置の検出再現性の関係を予め求めておき、アライメントマークの位置検出再現性精度に基づいて、類似度 R の大きさに対するマーク検出の際の平均化回数の関係を予め求めるようにした。

【0035】図10に、類似度 R の大きさに対するマーク検出の際の平均化回数の関係を表したテーブルの一例を示す。図10において、類似度 R が0～20の場合は、テンプレートとマークの画像が良く一致し、マーク位置の検出再現性が高いと判断して平均化(平均化回数=1)は行わない。また、類似度 R が20～50の場合は3回、50～100の場合は5回の平均化を行うことにする。また、類似度 R が100を越える場合には、撮像画像中に、テンプレートと一致する画像がないと判断してエラー処理に移行する。このようなテーブルを予め作成しておけば、類似度 R によって最適な平均化回数でマーク位置の検出を行うことができるようになる。

【0036】次に、上述の本実施の形態による位置合わせ方法における不図示の主制御装置による処理手順を図11に示すフローチャートを用いて説明する。図11において、まずステップS1で、マスク1とプレート3とのアライメントマーク7、8の画像をCCDカメラ16で撮像し、画像処理ユニット19に送る。次に、画像処理ユニット19において、取り込んだ画像に対してマスク1のテンプレートを用いてテンプレートマッチング方法によりマスク1の類似度 R_M を求め、類似度 R_M が最も小さい値となる位置をマスク1のアライメントマーク7のマーク位置として検出する(ステップS2)。ここで、マスク1のアライメントマーク7は反射率の高いクロム(Cr)膜で形成されておりコントラストが良好であるのが通常であるから、平均化処理は行わない。

【0037】次に、ステップS3において、得られたマスク1の類似度 R_M の値が20より大きいかな否かを判断

20

30

40

50

し、類似度RMの値が20より大きい場合は、取り込んだ画像中にマスク1のマークがなかったものと判断してステップS14に移行してエラー処理を行う。上述のように、マスク1のアライメントマーク7は反射率が高いので、ステップS3でエラーが発生した場合にはアライメントマーク7の画像が取り込めなかった可能性が高い。このため、エラー処理の例としては、アライメントマーク7の画像を再び取り組むことが考えられる。

【0038】ステップS3において、類似度RMの値が20以下であればマスク1のアライメントマーク7のマーク位置の検出が所定の精度で行えたものと判断してステップS4に移行する。ステップS4では、画像処理ユニット19において、取り込んだ画像に対してプレート3用のテンプレートをを用いてテンプレートマッチング方法により求めた類似度Rのうち小さい方から4個の類似度Rを求め、この4個の類似度Rをプレート3の4個のそれぞれのマーク位置として検出する。次にステップS5において、これらの4個のマークの各類似度Rから平均の類似度RPを計算する。

【0039】ステップS6では、平均類似度RPに対応する平均化回数Nを図10に例示したテーブルを参照して求め、例えば平均類似度RPが100を越えるか否かを判断する。平均類似度RPが100を越える場合は、取り込んだ画像中にプレート3のアライメントマーク8が存在しないもしくは、所望のアライメント精度が得られないと判断し、ステップS14に移行してエラー処理を行う。ここでのエラー処理の例としては、上述のマスク1及びプレート3のアライメントマーク7、8とは異なる位置に形成されたマスク1及びプレート3上のアライメントマークを用いて、改めてステップS1からの手順で画像取り込みを行うようにしてもよいし、画像取り込みを中止して別のアライメント系AM3、AM4を用い、プレート3に設けられた回折格子マーク48にレーザ光を照射して発生した回折光を光検出器で検出し、得られる信号波形を処理して回折格子マーク48の位置を測定することにより位置合わせを行うようにしてもよい。

【0040】平均類似度RPが100を越えていなければ、テーブルから得られた平均類似度RPに対応する平均化回数Nで平均化処理を行うことを決定する（ステップS7）。ステップS8において、平均化回数Nが1か否かを判断し、平均化回数Nが1の場合は、ステップS4までで検出したマスク1とプレート3とのアライメントマーク位置からマスク1とプレート3との位置ずれ量 ΔX を計算する（ステップS13）。平均化回数Nが2以上の場合、ステップS9に移行する。ステップS9では、再びプレート3のアライメントマーク8の画像取り込みを行い、次いでステップS10において、取り込んだ画像に対してプレート3用のテンプレートをを用いてテンプレートマッチング方法によりプレート3の4個の

マーク位置を検出する。

【0041】次にステップS11において、決定した平均化回数Nに達したか否かが判断され、平均化回数に達していなければステップS9に戻って再び画像取り込みを行い、ステップS10でマーク位置検出を行う。平均化回数Nに達したら、ステップS12において、N個の検出されたマーク位置を平均してプレート3のアライメントマーク8のマーク位置を決定する。次に、検出したマスク1とプレート3のアライメントマーク位置からマスク1とプレート3との位置ずれ量 ΔX を計算する（ステップS13）。ステップS13で求めた位置ずれ量 ΔX に基づいて、微動ステージ4を駆動させて、マスク1とプレート3との位置合わせを行う。（ステップS14）

【0042】以上のような処理手順によりマスク1とプレート3の位置ずれ量 ΔX を求めるようにすれば、マーク位置検出の再現性に基づく最適な平均化処理により所望のアライメント精度を確保することができるようになる。そして、マスク1の回路パターン像をプレート3に露光する露光工程において、上述の本実施の形態による位置合わせ方法を用いてマスク1とプレート3とを位置合わせして露光することにより、所望の重ね合わせ精度を維持しつつスループットに優れた露光を実現することができるようになる。

【0043】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、同一のアライメントマークに対して複数回のマーク位置検出を行って平均化処理をしたが、マスク1およびプレート3上の複数の位置に設けた複数のアライメントマークを用いて、類似度Rに対して検出するアライメントマークの数を変更するようなテーブルを作成して位置合わせを行うようにすることも可能である。

【0044】また、上記実施の形態においては、本発明の位置合わせ方法を実施するためにキャリッジが移動する走査型投影露光装置を用いたが、本発明はこれに限らず、いわゆるステップ・アンド・リピート方式、あるいはステップ・アンド・スキャン方式の露光装置にも本発明を適用することはもちろん可能である。更に、電子線やX線を光源とする荷電粒子線露光装置に適用することも可能である。

【0045】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、テンプレートマッチング方法による画像処理を用い、得られた類似度に応じてアライメントマークの画像を取り込む回数を設定するようにしているので、所望のアライメント精度を維持しつつ、スループットを低下させずに基板の位置合わせを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による位置合わせ方法に用いる走査型投影露光装置の概略の構成を示す図であ

10

20

30

40

50

る。

【図2】本発明の一実施の形態による位置合わせ方法に用いるアライメント系の概略の構成を示す図である。

【図3】本発明の一実施の形態で用いたアライメントマークの形状を示す図である。

【図4】本発明の一実施の形態で用いたアライメントマークの形状を示す図である。

【図5】CCDカメラ16で撮像されたマスク1とプレート3のアライメントマーク7、8を含む画像の例を示す図である。

【図6】画像処理ユニット19内の記憶装置に登録したテンプレートの形状を示す図である。

【図7】画像処理ユニット19内の記憶装置に登録したテンプレートの形状を示す図である。

【図8】テンプレートマッチング方法を説明する図である。

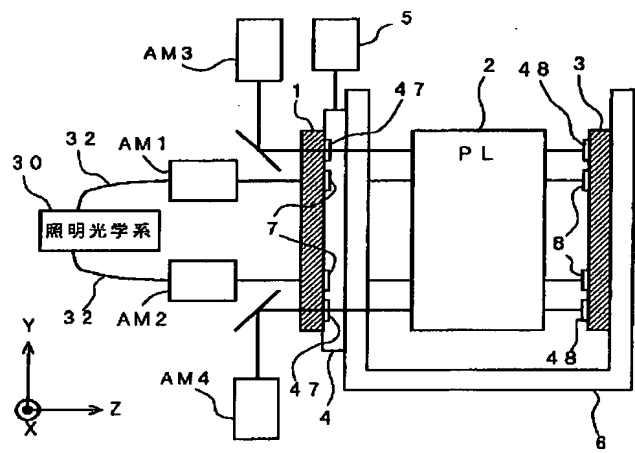
【図9】[数1]で定義した類似度Rとマーク位置の検出再現性の関係を示す図である。

【図10】類似度Rの大きさに対するマーク検出の際の平均化回数の関係を表したテーブルの一例を示す図である。

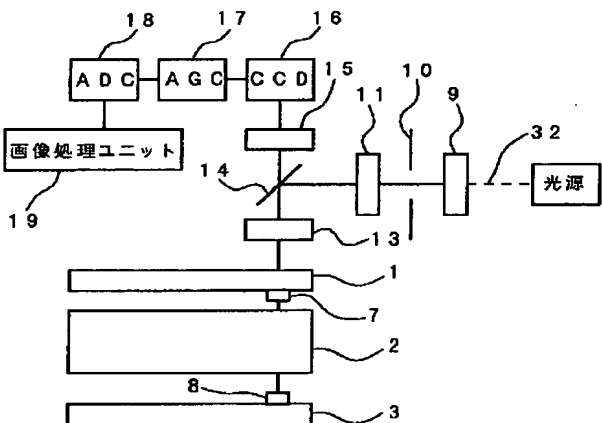
【図11】本発明の一実施の形態による位置合わせ方法*

- *における処理手順を示すフローチャートである。
- 【符号の説明】
- 1 マスク
 - 2 投影光学系
 - 3 プレート
 - 4 微動ステージ
 - 5 微動アクチュエータ
 - 6 キャリッジ
 - 7、8、47、48 アライメントマーク
 - 9 コンデンサーレンズ
 - 10 視野絞り
 - 13 対物レンズ
 - 14 ビームスプリッタ
 - 15 結像レンズ
 - 16 CCDカメラ
 - 17 AGC
 - 18 ADC
 - 19 画像処理ユニット
 - 30 照明光学系
 - 32 光ファイバ
- AM1、AM2、AM3、AM4 アライメント系

【図1】



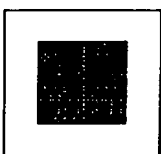
【図2】



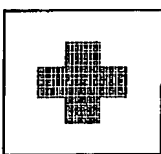
【図3】



【図6】



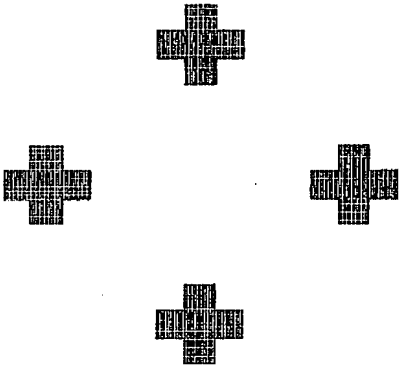
【図7】



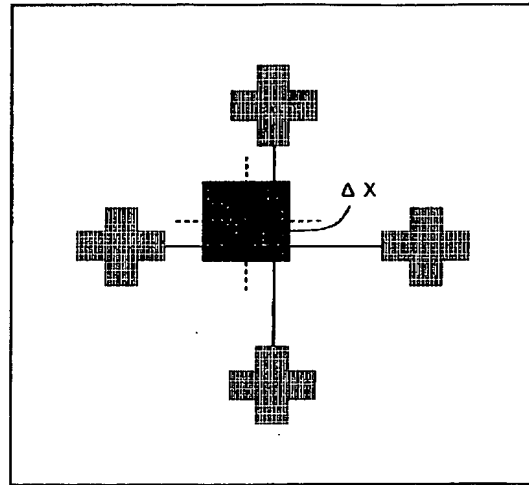
【図10】

類似度	0～20	20～50	50～100	100～255
平均化回数	1	3	5	エラー

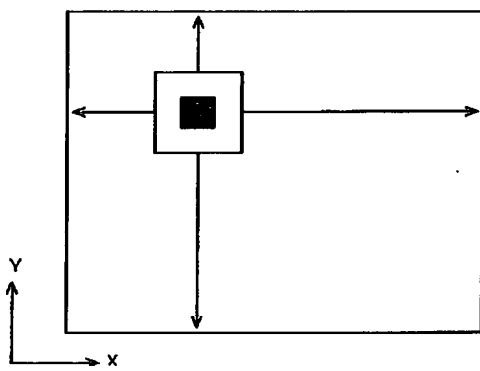
【図 4】



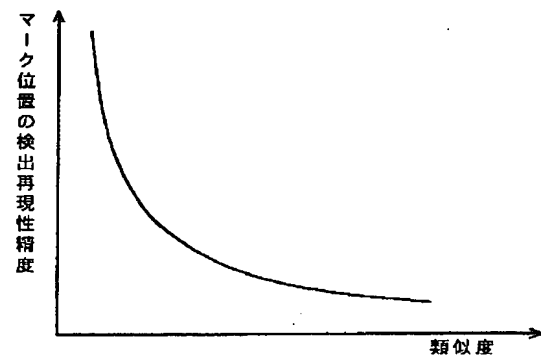
【図 5】



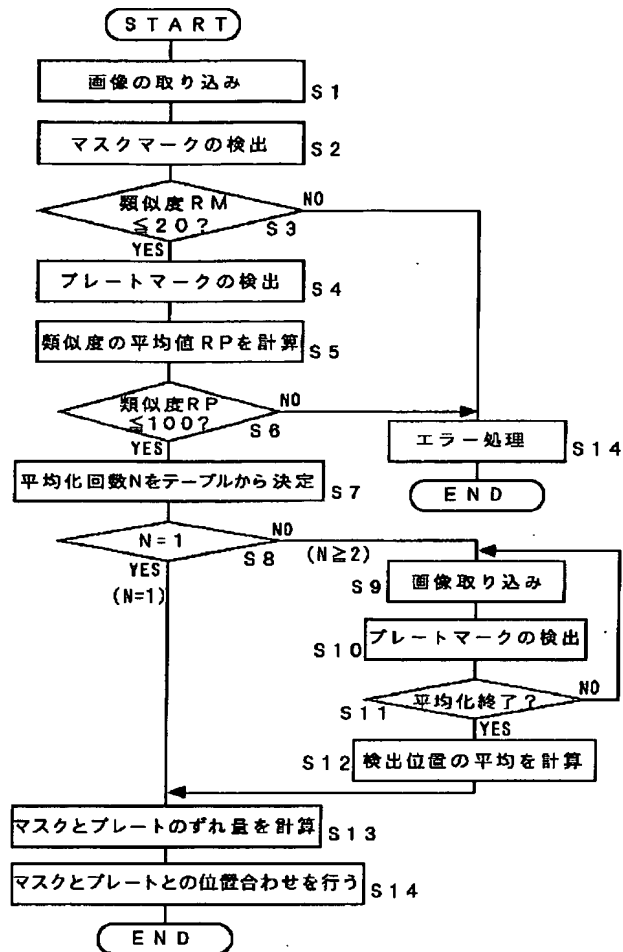
【図 8】



【図 9】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

5 2 5 X